

Caractérisation d'un fruit sauvage du Sénégal : le Ditax (*Detarium senegalense* J.F. Gmel)

Nafissatou Diop^a, Manuel Dornier^b, Claudie Dhuique-Mayer^b, Alexia Prades^b, Sylvie Munier Pantel^c, Yves Pélissier^c, Michel Laroque^c, Oumar Sock^d

^a Institut de Technologie Alimentaire (ITA) - Route des Pères Maristes, BP 2765 Dakar (Sénégal),
ndiop@ita.sn / ssatou_diop@yahoo.fr

^b Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), UMR Qualisud, Montpellier (France)

^c Laboratoire de Phytothérapie-Pharmacognosie-Aromathérapie, Université de Montpellier 1, UMR Qualisud, Montpellier (France)

^d Ecole Supérieure Polytechnique (ESP)/Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD)

Résumé - Introduction. Le Ditax (*Detarium senegalense* J. F. Gmel.) figure parmi les espèces fruitières forestières les plus importantes dans l'économie d'exploitation au Sénégal. Il pousse de façon sauvage en Casamance et dans les Îles du Sine – Saloum. Grâce à sa couleur verte caractéristique de la pulpe et sa teneur en vitamine C, le fruit est très populaire et largement consommé au Sénégal principalement sous forme de boissons. Les travaux scientifiques réalisés à ce jour sur l'espèce sont rares, la caractérisation biochimique du fruit est incomplète et les résultats sont disparates. Le fruit reste sous exploité dans son ensemble avec d'importantes pertes post – récolte malgré des caractéristiques nutritionnelles intéressantes. Cette étude a eu comme objectif de comparer les fruits suivant les principales zones de cueillettes au Sénégal. **Matériel et méthodes.** Les analyses ont porté sur une caractérisation biométrique des fruits, complétée par une analyse biochimique de la pulpe (teneur en eau, acidité, sucres simples totaux et réducteurs, vitamine C, pigments). **Résultats et discussion.** Pour l'ensemble des critères étudiés, l'exploitation des données a montré des différences significatives suivant la provenance des fruits avec parfois une hétérogénéité entre des fruits d'une même localité. Les fruits provenant de la région de Ziguinchor ont eu un diamètre, une masse et un rendement en pulpe plus élevés que ceux provenant de la région de Fatick. Ils ont également eu une acidité et des teneurs plus élevées en vitamine C, phéophytine A, et en saccharose. **Conclusion.** A l'avenir, la caractérisation biochimique devra être complétée et l'étude de la transformation du Ditax en nectar devra être abordée dans la perspective d'une production locale de nectar de Ditax.

Mots clés : Sénégal, Fatick, Ziguinchor, *Detarium senegalense*, Composition physico-chimique, Vitamine C, Phéophytine, Ditax.

1. Introduction

Dans les pays du Sahel, notamment au Sénégal, les fruitiers forestiers jouent un rôle crucial dans la sécurité alimentaire des populations. Le durcissement des conditions de vie oriente de plus en plus les populations vers l'exploitation et la commercialisation des sous-produits de la forêt tels que les fruits, gommés, huiles, etc. Ainsi, ces produits contribuent directement au bien être nutritionnel des populations, mais constituent également une source importante de revenus servant à l'achat de denrées de première nécessité. Cependant, la plupart de ces fruits forestiers restent grandement sous exploités, malgré leur énorme potentiel.

Au Sénégal, *Detarium senegalense* J.F. Gmel. fait partie des espèces fruitières forestières les plus importantes dans l'économie d'exploitation. Il pousse de façon sauvage en Casamance et dans les Îles du Sine – Saloum (Berhaut, 1975 ; Haddad, 2000 ; Arbonnier, 2002 ; ISRA, 2000). Le fruit du *Detarium senegalense*, appelé « Ditax » ou « Ditakh » en Wolof est très populaire et largement consommé au Sénégal principalement sous forme de boissons, de marmelades, de sorbets ou tel quel. Les travaux scientifiques réalisés à ce jour sur l'espèce sont rares, la caractérisation biochimique du fruit est incomplète et les résultats sont disparates. Le fruit reste sous exploité dans son ensemble avec d'importantes pertes post – récolte malgré des caractéristiques nutritionnelles intéressantes. Il s'agit en effet, d'un fruit réputé très riche en vitamine C (Auffret, 1948 ; Toury et al. 1967 ; Favier et al. 1993 ; Diop et al. 1988 ; Cisse, 2007). La caractérisation physico-chimique du fruit pourrait contribuer significativement à enrichir les connaissances et comprendre les problèmes liés à la stabilité des produits issus de la transformation du fruit. Dans ce contexte, notre travail a eu pour objectif de mieux caractériser la matière première suivant les principales zones de cueillette du fruit au Sénégal en termes de composition biochimique et de qualité nutritionnelle.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matière première

Notre étude a porté sur des fruits récoltés entre septembre et décembre 2008 dans les principales zones d'exploitation du Ditax au Sénégal : Falia, Dionewar et Niodior (îles du Sine-Saloum), Kabiline 2, Diannah et Thiobon (Casamance). Dans chaque zone, des lots de fruits ont été cueillis à maturité sur différents arbres sélectionnés avec l'aide des populations locales et dans chaque lot, un échantillon de 30 fruits a été prélevé de manière aléatoire. Les mesures physiques ont été effectuées 5 jours après la récolte. La pulpe a été extraite manuellement puis congelée à -18°C (entre 3 et 12 mois) pour les analyses chimiques.

2.2. Méthodes d'analyses

Les analyses ont porté en premier lieu sur une caractérisation biométrique des fruits frais. Les échantillons ont été constitués de 30 fruits analysés individuellement. Le diamètre a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse alors que la masse du fruit et ses constituants (pulpe, coque et noyau) ont été déterminés par pesée, à 0,1g près.

L'humidité, le pH, l'acidité titrable ainsi que les protéines, et les cendres totales ont été déterminés suivant des méthodes d'analyses classiques (Anon., 1990). L'extraction des lipides a été réalisée avec un extracteur automatique ASE[®] 200 (DIONEX Corp., Sunnyvale, USA). Les tourteaux délipidés ont servi à l'extraction des sucres solubles qui ont ensuite été analysés par chromatographie ionique à détection par ampérométrie pulsée (HPAEC-PAD). Les caroténoïdes et les composés chlorophylliens ont été extraits et analysés simultanément par HPLC suivant la méthode décrite par Taungbodhitham et al. (1998) et Dhuïque – Mayer (2007) adaptée à la pulpe de Ditax. La teneur en acide ascorbique a été déterminée par HPLC suivant la méthode de Cortes Sanchez - Mata et al. (2000).

Les tests statistiques ont été effectués avec le logiciel XLSTATS. L'hypothèse d'égalité des moyennes a été testée par analyse de variance. Les moyennes significativement différentes ont été comparées au seuil $P < 5\%$ par la méthode de Newman et Keuls.

3. Résultats et discussions

3.1. Proportions des constituants du fruit

Les principaux résultats obtenus sur les caractéristiques biométriques sont présentés sur le tableau 1 et à la figure 1. En ce qui concerne la dimension des fruits, des différences significatives ont été mises en évidence suivant la provenance géographique. Le diamètre moyen des fruits, toutes origines confondues, est de $3,83 \text{ cm} \pm 0,46$. De ce fait, les fruits provenant de Diannah (4,39 cm) et Thiobon (4,05 cm) qui ont un diamètre supérieur au diamètre moyen sont plus gros suivis par ceux de Dionewar et Kabiline 2 qui ont des diamètres proches (3,7 et 3,8 cm) du diamètre moyen. Les fruits provenant de Falia et Niodior sont les plus petits avec des diamètres inférieurs (3,5 cm) au diamètre moyen. Nos résultats ont également mis en évidence des différences importantes entre certains lots de même origine géographique notamment ceux récoltés à Dionewar où le coefficient de variation est de 14%. Le diamètre observé sur les fruits récoltés à Diannah et à Thiobon se situe dans la moyenne de celui rapporté par d'autres auteurs (4 à 8 cm) alors que celui mesuré pour les autres localités et celui observé sur toutes les localités confondues sont légèrement inférieurs à ces valeurs citées (Kheraro et Adam, 1974 ; Haddad, 2000 ; Arbonnier, 2002).

Tableau I: Masse et diamètre des fruits de *D. senegalense* récoltés dans différentes localités du Sénégal.

Zones de collecte	Falia	Dionewar	Niodior	Kabiline 2	Diannah	Thiobon
Masse (g)	37,33 ^d (6,16)	43,74 ^c (10,32)	39,75 ^{cd} (8,87)	49,05 ^b (5,98)	62,59 ^a (7,36)	62,96 ^a (9,08)
Diamètre (cm)	3,50 ^d (0,26)	3,70 ^c (0,52)	3,47 ^d (0,32)	3,83 ^c (0,22)	4,39 ^a (0,28)	4,05 ^b (0,28)
<ul style="list-style-type: none"> • Moyenne et Ecart - type sur 30 mesures • Dans une même ligne, les moyennes suivies d'une lettre différente sont significativement différentes au seuil $P < 0,05$ (méthode de Newman et Keuls) 						

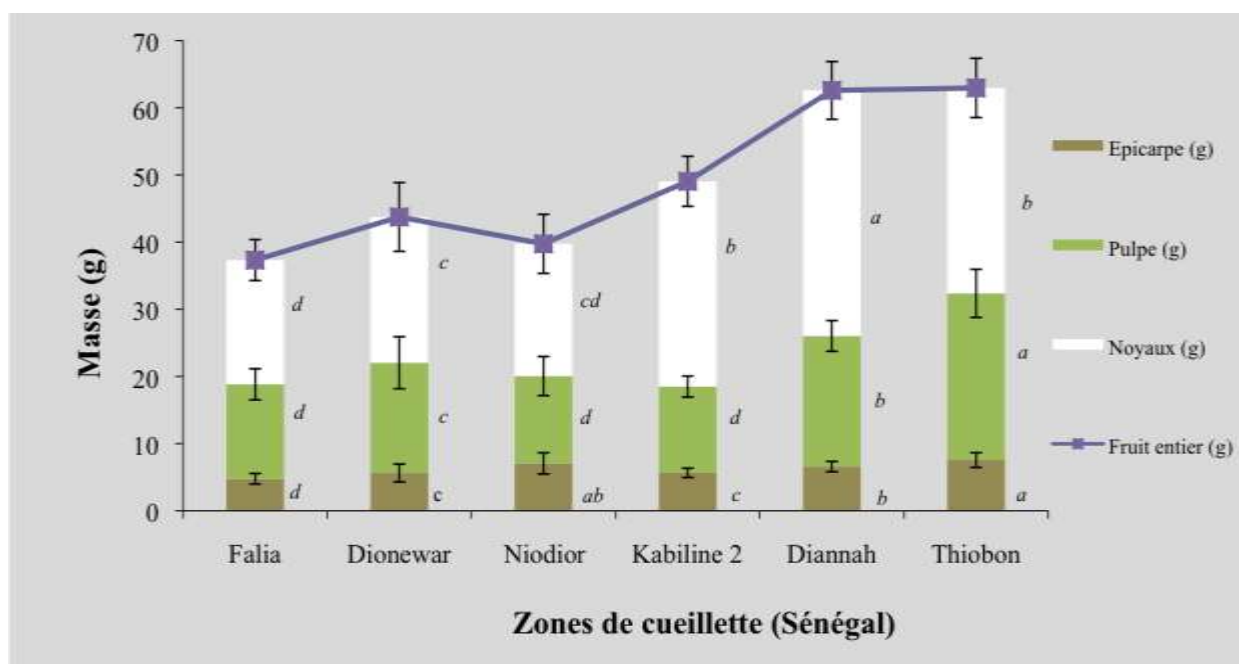


Figure 1: Masses moyennes des différents constituants de fruits de *D. senegalense* collectés dans 6 localités du Sénégal. (Moyenne et Ecart - type mesurés sur 30 mesures).

La masse moyenne des fruits a également présenté une variabilité plus ou moins importante suivant les zones de collectes avec une hétérogénéité au sein d'une même zone géographique (coefficients de variation compris entre 12 et 24%). La masse moyenne des fruits ($49,24\text{g} \pm 0,13$) toutes localités confondues, étant inférieure à celles observées pour les localités de Thiobon et Diannah, les fruits provenant de ces localités sont donc plus lourds, suivi de ceux de Kabiline 2 qui ont une masse voisine de la moyenne. De même, les fruits de Thiobon sont plus riches en pulpe ($24,82\text{g} \pm 3,82$) suivis de ceux de Diannah ($19,46 \pm 2,29$), leur teneur en pulpe étant largement supérieure à la teneur moyenne des fruits en pulpe toutes localités confondues ($16,77\text{g} \pm 5,13$). La quantité de pulpe contenue dans les fruits provenant de la localité de Dionewar est égale à la moyenne toutes localités confondues. Les localités de Falia, Niodior et Kabiline 2 ont des teneurs en pulpes inférieures à la moyenne toute localité confondue. La proportion de la pulpe toutes origines confondues est de 34%. Elle est inférieure au 37 et 47% signalées dans la littérature (Favier et al. 1993 ; Cisse, 2007). Les variabilités observées au niveau des différents constituants du fruit pourraient être expliquées par divers facteurs, notamment les conditions pédoclimatiques, la phénologie des arbres ou les modes de conservation post-récolte.

3.2. Principales caractéristiques de la pulpe

Le **Tableau II** nous montre que la pulpe du Ditax renferme une teneur en eau relativement faible pour un fruit quelle que soit la provenance des fruits, la teneur moyenne toutes localités confondues étant de 62,59% avec un coefficient de variation de 4% seulement. Les fruits provenant de Diannah et Dionewar sont plus riches en eau (65%). Ces résultats sont proches de ceux trouvés dans la littérature où les teneurs en eau de la pulpe sont de 66,9 et 73,8% (Favier et al. 1993 ; Kheraro et Adam, 1974).

L'acidité titrable est élevée. Elle est comprise entre 23 et 46 mEq.100g⁻¹ avec une moyenne de 31 mEq.100g⁻¹ (coefficient de variation de 27%) mais ces valeurs sont plus élevées que celles trouvées par Cisse, 2007 (0,16 mEq.100g⁻¹). Cette différence pourrait s'expliquer par une différence au niveau de l'origine des fruits ou du stade de maturité de ceux-ci. Le pH moyen des pulpes toutes origines confondues est de 3,51 avec un coefficient de variation de 3,9%. La teneur en sucres totaux exprimée par rapport à la matière sèche est la même quelle que soit la provenance des échantillons, la moyenne toutes localités confondues étant située à 22,51g.100g⁻¹. Le saccharose est le principal sucre majoritaire, le glucose et le fructose étant présents en faible quantité (<2%). La teneur élevée en saccharose explique pourquoi les fruits sont consommés à l'état frais en dépit de la forte acidité de la pulpe. Kheraro et Adam, (1974) ; Favier et al. (1993) ont respectivement trouvé des teneurs en glucides disponibles de 29,3 et 27,3g. 100g⁻¹. Cisse (2007) en revanche, a trouvé dans la pulpe de Ditax, des teneurs en sucres totaux de 55,42 g.100g⁻¹ (méthode d'analyse non précisée par l'auteur).

La teneur en acide ascorbique trouvée (1 200 à 2 200 mg.100g⁻¹ de matière fraîche) est très élevée et place le Ditax parmi les fruits les plus riches en vitamine C. La moyenne toutes origines confondues est de 1 572 mg. 100g⁻¹ (coefficient de variation de 22%), les fruits provenant de Kabiline 2 étant les plus riches avec une concentration largement supérieure (2 228 mg.100g⁻¹ ± 62,09) à la moyenne. Ces valeurs sont voisines et légèrement supérieures à celles signalées dans la littérature entre 900 et 1290 mg.100g⁻¹ (Auffret, 1948 ; Toury et al. 1967 ; Favier et al. 1993 ; Diop et al. 1988 ; Cisse, 2007). Actuellement, les fruits connus les plus riches en vitamine C sont le camu - camu (3000 mg.100g⁻¹) et l'acérole (2000 mg.100g⁻¹) (Rodrigues et al. 2004). La teneur moyenne en pigments chlorophylliens principalement celle de la phéophytine A de 103 mg.kg⁻¹ de pulpe fraîche toutes localités confondues, nous permet de dire qu'elle est le pigment majoritaire de la pulpe de Ditax. La teneur en phéophytine A mesurée dans les pulpes des fruits en provenance de Kabiline 2, Diannah et Dionewar est supérieure à la teneur moyenne de celle des autres localités. Il semblerait donc que la phéophytine soit naturellement présente dans la pulpe car l'extraction des pigments a été faite en présence de carbonate de magnésium pour éviter la transformation des chlorophylles en phéophytines. C'est le cas des olives de table où, suite à des modifications chimiques propres au végétal, les phéophytines sont majoritaires par rapport aux chlorophylles (Gauthier-Jaques et al. 2001). Franquin, (2006) a également trouvé des phéophytines en majorité dans la prune de Cythère verte mais l'auteur explique ce résultat par la dégradation rapide des chlorophylles au moment de l'extraction. La dégradation des chlorophylles en phéophytines se traduit par un changement de couleur qui passe du vert brillant au vert olive car entre ces deux catégories de pigments, seules les chlorophylles sont responsables de la couleur verte (Heaton et Marangoni, 1996 ; Takamiya et al. 2000). Nous avons également mis en évidence la présence de phéophytine B, de lutéine et de β -carotène dans la pulpe de Ditax. La teneur moyenne en lutéine est de 2,8 mg.kg⁻¹, les fruits des localités de Dionewar, Kabiline 2 et Diannah étant plus riches avec des teneurs supérieures à la moyenne. Nous n'avons pas trouvé de données dans la littérature pour comparer les teneurs en lutéine et en pigments chlorophylliens sur le Ditax. La teneur moyenne en β -carotène de toutes les localités confondues (2,39 mg.kg⁻¹) est supérieure à celles citées dans la littérature de 1,32 mg.kg⁻¹ (Kheraro et Adam, 1974) et de 1,65 mg.kg⁻¹ (Favier et al. 1993).

Tableau II: Principales caractéristiques de la pulpe du fruit de *Detarium senegalense* à partir d'échantillons collectés dans différentes zones géographiques au Sénégal.

Paramètres	Unité	Falia	Dionewar	Niodior	Kabiline 2	Diannah	Thiobon
Humidité	g.100g ⁻¹	62,25 ^c (0,11)	65,07 ^a (0,09)	63,83 ^b (0,16)	58,16 ^d (0,55)	65,58 ^a (0,50)	61,86 ^c (0,05)
pH		3,50 ^a (0,01)	3,34 ^{ab} (0,01)	3,34 ^{ab} (0,02)	3,36 ^{ab}	3,17 ^b (0,01)	3,22 ^b
Acidité Titrable	mEq.100g ⁻¹	23,86 ^d	24 ^c	23,95 ^{cd}	35,76 ^b (0,08)	45,67 ^a (0,08)	35,86 ^b
Sucres totaux		22,93 ^a (0,74)	22,89 ^a (0,39)	22,34 ^a (1,25)	23,08 ^a (0,87)	22,90 ^a (0,22)	22,58 ^a (1,16)
Sucres réducteurs		2,72 ^c (0,2)	4,54 ^a (0,06)	2,65 ^c (0,19)	3,69 ^b (0,10)	4,43 ^a (0,85)	2,75 ^c (0,17)
Glucose		1,34 ^c (0,13)	2,32 ^a (0,07)	1,34 ^c (0,12)	1,88 ^b (0,05)	1,94 ^b (0,26)	1,45 ^c (0,07)
Fructose	g.100g-1 M.S	1,38 ^c (0,18)	2,22 ^{ab} (0,10)	1,28 ^c (0,10)	1,82 ^{bc} (0,07)	2,48 ^a (0,69)	1,30 ^c (0,10)
Saccharose		20,21 ^a (0,63)	18,35 ^{ab} (0,38)	19,70 ^{ab} (1,06)	19,38 ^{ab} (0,77)	17,66 ^b (1,91)	19,83 ^a (1)
Lipides		2,01 ^{ab} (0,30)	1,97 ^{ab} (0,59)	1,80 ^b (0,01)	1,99 ^{ab} (0,06)	2,46 ^a (0,10)	1,79 ^b (0,09)
Protéines	g.100g ⁻¹ M.F	1,91 ^{ab}	1,91 ^{ab}	1,86 ^{ab} 0,09	2,06 ^a (0,09)	1,69 ^b (0,09)	1,59 ^b
Cendres totales		2,34 ^a (0,05)	1,40 ^b (0,01)	1,21 ^b (0,05)	1,60 ^{ab} (0,03)	1,29 ^b (0,03)	1,25 ^b (0,01)
Lutéine		2,77 ^c (0,23)	3,63 ^a (0,19)	1,73 ^c (0,03)	3,47 ^a (0,06)	3,19 ^b (0,18)	1,99 ^d (0,09)
β-carotène		3,19 ^a (0,10)	3,04 ^a (0,13)	1,48 ^c (0,01)	2,69 ^b (0,23)	2,17 ^c (0,16)	1,80 ^d (0,23)
Phéophytine A	mg.kg ⁻¹ M.F	100,30 ^c (1,27)	107,13 ^{bc} (5,03)	89,43 ^d (4,45)	116,50 ^{ab} (5,85)	118,45 ^a (6,77)	89,92 ^d (8,37)
Phéophytine B		3,39 ^{bc} (0,07)	3,18 ^{cd} (0,14)	2,89 ^d (0,21)	3,70 ^b (0,16)	4,19 ^a (0,22)	3,22 ^{cd} (0,30)
Acide ascorbique	mg.100g ⁻¹ M.F	1 222,93 ^e (21,55)	1 372,85 ^d (47,40)	1 322,80 ^d (29,66)	2 228,04 ^a (62,09)	1 812,56 ^b (22,31)	1 476,22 ^c (10,02)

Le tableau **III** présente la composition en éléments minéraux des différentes pulpes étudiées. La pulpe de Ditax est très riche en potassium (1,3 et 1,5 g.100g⁻¹ M.S) et en azote (entre 0,7 et 0,9 g.100g⁻¹ M.S).

Tableau III : Teneur en éléments minéraux des différentes pulpes de Ditax.

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe
	g.100g ⁻¹ M.S						mg.kg ⁻¹
Falia	0,825	0,064	1,479	0,051	0,095	0,022	23,8
Dionewar	0,921	0,064	1,133	0,045	0,094	0,055	15,2
Niodor	0,764	0,075	1,420	0,053	0,100	0,037	19,6
Kabiline 2	0,785	0,060	1,568	0,049	0,079	0,010	19,2
Diannah	0,850	0,048	1,340	0,064	0,083	0,015	25,3
Thiobon	0,746	0,072	1,446	0,062	0,092	0,008	18,8

4. Conclusions et perspectives

Nos résultats ont mis en évidence une variabilité des caractères biométriques que nous avons étudiés suivant les zones de récolte. Ainsi, c'est dans la région de Ziguinchor dans laquelle se trouvent les localités de Diannah, Thiobon et Kabiline 2 que l'on trouve les fruits les plus gros, les plus lourds et les plus riches en pulpe en comparaison à la région de Fatick où se trouvent les îles de Falia, Dionewar et Niodior.

L'analyse des fruits collectés dans les principales zones de cueillette du Ditax au Sénégal, a montré que la pulpe du fruit du *Detarium senegalense* J.F Gmel. se caractérisait par une teneur en eau faible, une forte acidité et des teneurs élevées en acide ascorbique, phéophytine A et en saccharose. Les fruits provenant de la région de Ziguinchor apparaissent plus acides avec des teneurs plus élevées en vitamine C, phéophytine A, et en saccharose que ceux provenant de la région de Fatick. Néanmoins, la caractérisation biochimique du fruit mériterait d'être approfondie par une étude détaillée des composés aromatiques, des composés phénoliques et des acides organiques. Un travail complémentaire sur l'étude de la composition des parois cellulaires (polyosides pariétaux) permettrait aussi de mieux comprendre et d'améliorer la stabilité du nectar au cours du stockage. L'étude de la transformation du Ditax en nectar sera également utile pour mieux évaluer le potentiel technologique de ce fruit dans une perspective de développement des produits transformés sur les marchés locaux et régionaux, voire sur les marchés d'exportations. De même, l'étude des cinétiques de dégradation thermique de l'acide ascorbique et des principaux pigments chlorophylliens responsables de la couleur verte dans le nectar de Ditax permettrait également de mieux comprendre les mécanismes responsables des dégradations de couleur et de définir les meilleures conditions de conservation du nectar de Ditax.

Remerciements

Ce travail s'intègre dans le cadre du projet « caractérisation du Ditax et étude de sa transformation en boissons » (partenariat ITA, ESP, UMR Qualisud). Les auteurs remercient le Fonds National de Recherche Agricole et Agroalimentaire (FNRAA) du Sénégal et le Programme des Services Agricoles et des Organisations de Producteurs (PSAOP2) pour leur soutien financier. Les auteurs remercient également Babacar Dieng, Mary Forster, Aïcha Sarr, Augustin Ndiaye, Oumar Diémé, Amsatou Thiam, Ibrahima Ndiaye pour leur contribution à ce travail.

Références

- ✓ Anonyme (1990) Fruits and fruits products, in : Helrich K.(Ed.), Official methods of analysis of the association of official analytical chemists (AOAC). Arlington, USA, pp.91-928.
- ✓ Arbonnier M (2002) Arbres, Arbustes et Lianes de zones sèches d'Afrique de l'Ouest. 2^{ème} Ed., CIRAD – MNHN, Paris, 541p.
- ✓ Auffret C (1948) Présence de vitamine C dans les fruits de Ditah. Maroc médical, 207 : 29.
- ✓ Berhaut J (1975) *Flore Illustrée du Sénégal*. Tome IV. Ed Clairafrique, Dakar, 625p.
- ✓ Cisse M (2007) Caractérisation de quelques fruits du Sénégal, stabilisation et concentration de jus de fruits tropicaux par des techniques membranaires. Thèse de Doctorat de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar, spécialité génie des procédés, 210 p.
- ✓ Cortes Sanchez - Mata M, Camara-Hurtando M, Diez-Marques C, Esperanza Torija-Isasa M (2000) Comparison of High Performance Liquid Chromatography and spectrofluorimetry for vitamin C analysis of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Eur. Food Res Technol 21:220-225.
- ✓ Dhuique - Mayer C (2007) Evaluation de la qualité nutritionnelle des jus d'agrumes : Estimation in vitro de la biodisponibilité des caroténoïdes. Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc, Thèse de Doctorat, 112p.
- ✓ Diop P.A, Franck D, Grimm P, Hasselmann C (1998) High-performance liquid chromatography determination of vitamin C in fresh fruits from West Africa. J. Food Comp. Anal. 1:265-269. `
- ✓ Favier J.C, Ireland Ripert J, Laussucq C, Feinberg M (1993) Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique. Répertoire général des aliments, Paris : ORSTOM, INRA, TEC & DOC Lavoisier, Vol.3, 243p.
- ✓ Franquin S (2006) Optimisation de la qualité de la boisson à base de prune de Cythère (*Spondias cytherea* Sonnerat) mature verte. Université des Antilles et de la Guyane, Faculté des Sciences Exactes et Naturelles, Thèse de Doctorat, 256p.
- ✓ Gauthier - Jaques A, Bortlik K, Hau J, Fay L B (2001) Improved method to track chlorophyll degradation. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49:1117-1122.

✓Haddad C (2000) Fruitiers sauvages du Sénégal. Université de Montpellier I, Thèse de Doctorat, 372p.

✓Heaton J W, Marangoni A G (1996) Chlorophyll degradation in processed foods and senescent plant tissues. Trends in Food Science and Technology 7:8-15.

✓Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (2000) Etude agro forestière de *Detarium senegalense*. Centre National de Recherches Forestières, 18p.

✓Kerharo J, Adam J G (1974) La Pharmacopée Sénégalaise Traditionnelle : Plantes Médicinales et Toxiques. Editions Vigot Frères, Paris, pp.285-287.

✓Takamiya K I, Tsuchiya T, Ohta H (2000) Degradation pathway(s) of chlorophyll: what has gene cloning revealed? Trends in Plant Science 5:426-431.

✓Taungbodhitham A K, Jones G P, Walhlqvist M L, Briggs D R (1998) Evaluation method for the analysis of carotenoids in fruits and vegetables. Food Chem. 63:577-584.

✓Tourey J, Giorgi R, Favier J C, Savina J F (1967) Aliments de l'Ouest Africain, Tables de composition. Ann. Nutrit. Aliment., 2173-127.